

Um modelo para interoperação entre sistemas de recuperação de informações

Renata Henkel Schwan¹
Liane Margarida Rockenbach Tarouco²

Sumário

Este trabalho propõe uma estratégia para implementar mecanismos que assegurem o acesso amplo e facilitado a informações existentes em sistemas dispersos e potencialmente heterogêneos, com formas de acesso e, até mesmo, estruturação das informações incompatíveis entre si.

Para superar estas dificuldades é apresentada e discutida a solução padronizada pela ISO (ISO 10163), bem como a experiência de sua implementação em um sistema protótipo realizado na Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

1 Introdução

Bancos de dados "on-line", contendo informações bibliográficas ou outras informações relevantes para os pesquisadores, são uma realidade e atualmente estão acessíveis através da Internet. O que se deseja, agora, é possuir um acesso eletrônico a estas informações, de forma compatível e integrada, tanto em nível institucional, como nacional e mesmo internacional.

O Canadá, em 1984, iniciou um projeto para aplicar a tecnologia de telecomunicações em redes de computadores já existentes naquele país para a troca de dados bibliográficos [LIN 84]. Esta proposta foi dividida em sete subprojetos: utilização do padrão X.25; uso de diretórios; derivação de dados bibliográficos, ou seja, uma única catalogação de uma obra com o envio deste registro para outras bibliotecas; estudo do potencial do videotexto para suporte ao serviço bibliográfico; análise de um protocolo de transferência de arquivos (FTP), considerando um registro no formato MARC ("Machine Readable Cataloguing"); viabilidade de uma linguagem de comandos comuns (CCL) [NAT 86] e o estudo do protocolo de empréstimo entre bibliotecas (ILL) [ISO 90b], [ISO 90c].

Nos Estados Unidos, alguns esforços pioneiros, visando a integração de sistemas de recuperação de informações, resultaram em padrões para protocolos orientados a integrações entre eles, tal como o ANSI Z39.50 [LYN 90]. Isto permite que informações de autor, título, editora, etc., possam ser recuperadas em vários bancos de dados bibliográficos deste sistema, como, por exemplo, o da biblioteca do Congresso Americano e o Online Computer Library Center (OCLC).

¹mestranda UFRGS/CPGCC; Endereço postal: Castro Alves, 96/1002 Novo Hamburgo RS Brasil CEP 93310-270; E-mail: renatas@inf.ufrgs.br

²professora orientadora UFRGS/CPGCC; Endereço postal: Centro de Supercomputação/UFRGS Av. Osvaldo Aranha, 99. Porto Alegre RS Brasil CEP 90035-190; E-mail: liane@penta.cesup.ufrgs.br

Este trabalho apresenta um modelo, delineado a partir de estudos do cenário acima, para interoperação entre sistemas de recuperação de informações, com ênfase na pesquisa bibliográfica. É capaz de permitir que consultas apresentadas a um sistema possam ser encaminhadas a outro sistema através de um protocolo padronizado que viabilize a interoperabilidade de sistemas heterogêneos.

2 Protocolo Z39.50 e ISO 10163

A base para todos os sistemas integrados de recuperação de informações bibliográficas é, atualmente, o protocolo Z39.50 e a norma SR - "Search and Retrieval" - ISO 10163, que serão comentados a seguir.

2.1 Protocolo Z39.50

Z39.50 é o protocolo de pesquisa e recuperação de informações desenvolvido pela NISO - "National Information Standards Organization", sob os títulos "Definição do Serviço de Recuperação de Informações" e "Especificações do Protocolo para Aplicações de Biblioteca". Foi adotado como padrão nacional Americano em 1988.

Z39.50 estabelece uma sintaxe que permite ao agente usuário construir perguntas na forma de elementos de informação lógica e determina uma estrutura geral para transmissão de perguntas/solicitações, administração de resultados e controle de recursos.

O funcionamento e conceitos do protocolo Z39.50 são similares ao do protocolo ISO 10162 e 10163 que serão descritos na próxima seção. Z39.50 provê dois serviços que não foram incorporados à ISO 10163: o ACCESS CONTROL que permite ao servidor verificar se o cliente está autorizado a desempenhar as operações ; e o RESOURCE CONTROL que provê o controle de recursos envolvidos na pesquisa.

2.2 ISO IS 10162 10163

A ISO derivou do protocolo ANSI Z39.50 seu protocolo de pesquisa e recuperação. Ele é composto da ISO/IS 10162-Especificação do serviço e do ISO/IS 10163 - Especificação do protocolo de busca e recuperação [ISO 90], [ISO 90a].

A norma 10162 define as funções do protocolo de recuperação de informações, e a norma 10163 define o conteúdo das estruturas de dados que são transportadas de máquina à máquina.

2.2.1 Funcionamento básico do protocolo ISO 10163

Os serviços previstos pela ISO 10163 são:

- INITIALIZE inicializa uma sessão com a atribuição de alguns parâmetros de comunicação;
- SEARCH provê a consulta na base de dados do servidor;
- PRESENT indica que o cliente está desejando recuperar tais registros bibliográficos;

- DELETE RESULT SET remove conjuntos-resultado no servidor.

Uma sessão é iniciada pelo cliente através de uma INITIALIZE.request. O servidor responde com uma INITIALIZE.response. Uma vez estabelecida a sessão, o cliente transmite um SEARCH.request e recebe um SEARCH.response. Para solicitar a transmissão de registros apontados pelo conjunto-resultado - conjunto com indicações dos registros que correspondem à pesquisa-, o cliente envia um PRESENT.request. Os mesmos são devolvidos dentro de uma ou mais PRESENT.response. A sessão termina através de uma solicitação de "release" que é aceita por uma "release.response".

No meio da sessão, o cliente pode dispor de uma DELETE.request para remover os conjuntos-resultado que não mais interessam, completada por uma DELETE.response.

SEARCH.request podem ser enviadas a uma ou mais bases de dados. Um SEARCH especifica que elementos(campos) devem compor um registro a ser enviado como resposta através do parâmetro "composição do conjunto mínimo".

ISO 10163 tem três tipos de estruturas para organizar a pesquisa em um SEARCH. Tipo 0 e tipo 1 e 2. No tipo 0, a busca é feita em um formato qualquer, é a chamada pergunta privativa. Deve existir um acordo prévio entre o cliente e o servidor. O tipo 1 é composto de vários termos em notação polonesa reversa. Os termos podem ser uma chave, um atributo, uma constante ou um nome de conjunto-resultado. Os operadores de expressão são E, OU e E NÃO. O tipo 2 corresponde ao tipo de consulta do protocolo ISO 8777 - Comandos para pesquisa interativa em textos [ISO 90a].

Uma PRESENT.request solicita, essencialmente, uma transferência de X registros, começando no registro Y, apontado por um conjunto-resultado.

O serviço INITIALIZE conta com os parâmetros: referência, autenticação, opções, mensagem máxima, tamanho da mensagem, informações do usuário, "status" da inicialização, identificação da implementação, nome da implementação e versão da implementação.

O serviço SEARCH compreende os parâmetros: referência, base de dados, indicador de substituição, conjunto máximo, conjunto mínimo, conjunto médio, conjunto-resultado, sintaxe pretendida para o registro, composição do conjunto mínimo, composição do conjunto médio, tipo de pergunta, pergunta, "status" da pesquisa, registros encontrados, registros retornados, posição conjunto-resultado, "status" do conjunto-resultado, "status" de envio e registros.

O serviço PRESENT possui os parâmetros: referência, conjunto-resultado, ponto inicial, registros requeridos, sintaxe do registro, composição do registro, "status" de envio, registros retornados, posição conjunto-resultado e registros.

O serviço DELETE RESULT SET compreende: função de deleção, conjunto-resultado, "status" da deleção, mensagem de deleção, número de registros não removidos, "status" dos registro não removidos.

2.3 Coexistência entre ISO 10163 e Z39.50

Segundo a opinião de especialistas [KIL-92] tanto Z39.50 como o padrão ISO, deverão coexistir de maneira compatível.

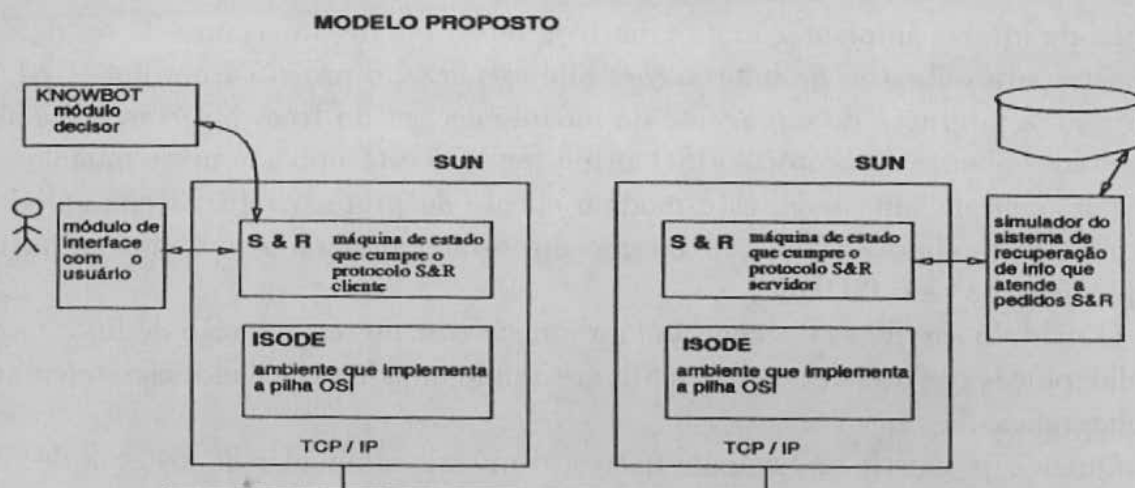


Figura 1: Modelo Proposto

A primeira versão de Z39.50 foi aprovada e publicada como padrão NISO em 1988. É chamada de Z39.50-1988. Nos últimos dois anos, gerou-se uma nova versão de Z39.50, desenvolvida essencialmente para tornar Z39.50 compatível com a versão ISO. Esta versão foi votada com sucesso e publicada pela NISO como Z39.50-1992.

Um grande número de melhorias, que o grupo de implementadores propôs como necessárias, não foram acrescentadas à Z39.50-1992, tendo em vista a determinação de Z39.50 tornar-se compatível com as normas ISO 10163. Estes aperfeiçoamentos, que não puderam ser efetivados, estão sendo estudados para a versão 3 do protocolo Z39.50. Esta versão está na sua quinta proposta.

3 Modelo para interoperação entre sistemas de recuperação de informações

Atualmente, as bibliotecas oferecem serviços de consulta aos seus registros bibliográficos através de terminais de computadores. Porém este acesso está tradicionalmente amparado em sistemas particulares a cada biblioteca.

Para acessar tais sistemas, é necessário o conhecimento dos termos e da linguagem de comando utilizados em cada ambiente e o funcionamento específico destes sistemas.

A proposta aqui apresentada é de um modelo, vide figura 1, para o desenvolvimento de sistemas nos quais o acesso eletrônico a tais informações seja feito de forma integralizada, em nível de instituições nacionais e internacionais.

A arquitetura está fundamentada no modelo cliente-servidor no qual a comunicação sobre uma rede tem sempre a forma de pares de pergunta e resposta iniciados pelo cliente. [TAN 89].

Um módulo de interface com o usuário, utilizando-se da Linguagem comum de recuperação de informações (LINCE) [LIN 88] interage com uma máquina de estados cliente que cumpre o protocolo de pesquisa e recuperação de informações, o protocolo ISO 10162/10163.

Este trabalho faz parte de um projeto que contempla a criação de um sistema

capaz de levar à implantação de uma rede integrada de provedores de serviços de suporte para obtenção de informações bibliográficas, o projeto Knowbot [UNI 91]. Por isso, a interação de um agente do módulo decisor do Knowbot com a máquina de estados cliente do protocolo ISO 10163 também está prevista neste modelo.

Por meio de uma rede, este módulo cliente do protocolo 10163 comunicar-se-á com um módulo servidor do mesmo protocolo, amparado por uma pilha OSI implementada pelo ISODE.

O módulo servidor está conectado a um sistema de recuperação de informações bibliográficas que atende a pedidos SR, acessando uma base de dados com referências bibliográficas.

Quando já existir um sistema nativo, o módulo simulador do sistema de recuperação de informações bibliográficas, que atende a pedidos SR, coexiste com o sistema nativo, interagindo com o mesmo e traduzindo para o seu formato, as solicitações padronizadas recebidas pela rede. Numa situação destas, como por exemplo a da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) com o Sistema de automação de bibliotecas (SABi), este poderia continuar funcionando em sua total abrangência e com suas idiossincrasias e ser acessado via um interface, que atenderia as consultas padronizadas.

A proposta global do protocolo ISO 10163 é de que, com um mesmo programa cliente, um usuário poderia acessar vários servidores de SR, pelo fato de que a comunicação dá-se nos mesmos termos entre todos. Contudo, isto não ocorre rigorosamente, pois vários parâmetros são considerados acordos entre a parte servidora e a cliente. No momento em que um cliente incorpore uma ampla gama de situações, ou seja, acordos entre origem e servidor, com os quais ele opera, torna-se capaz de prover o acesso generalizado pretendido.

4 Protótipo implementado

Um protótipo de cliente e servidor capaz de interagirem conforme descrito foi implementado. Seus módulos principais são apresentados nas nas figuras 2, 3, 4 em SDL/GR ("Specification and description language/graphical representation") [TRI 92].

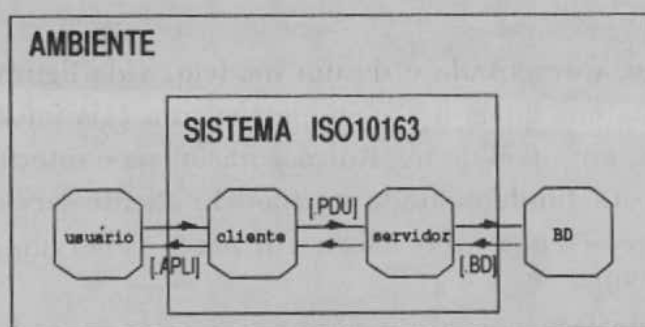


Figura 2: Sistema Implementado

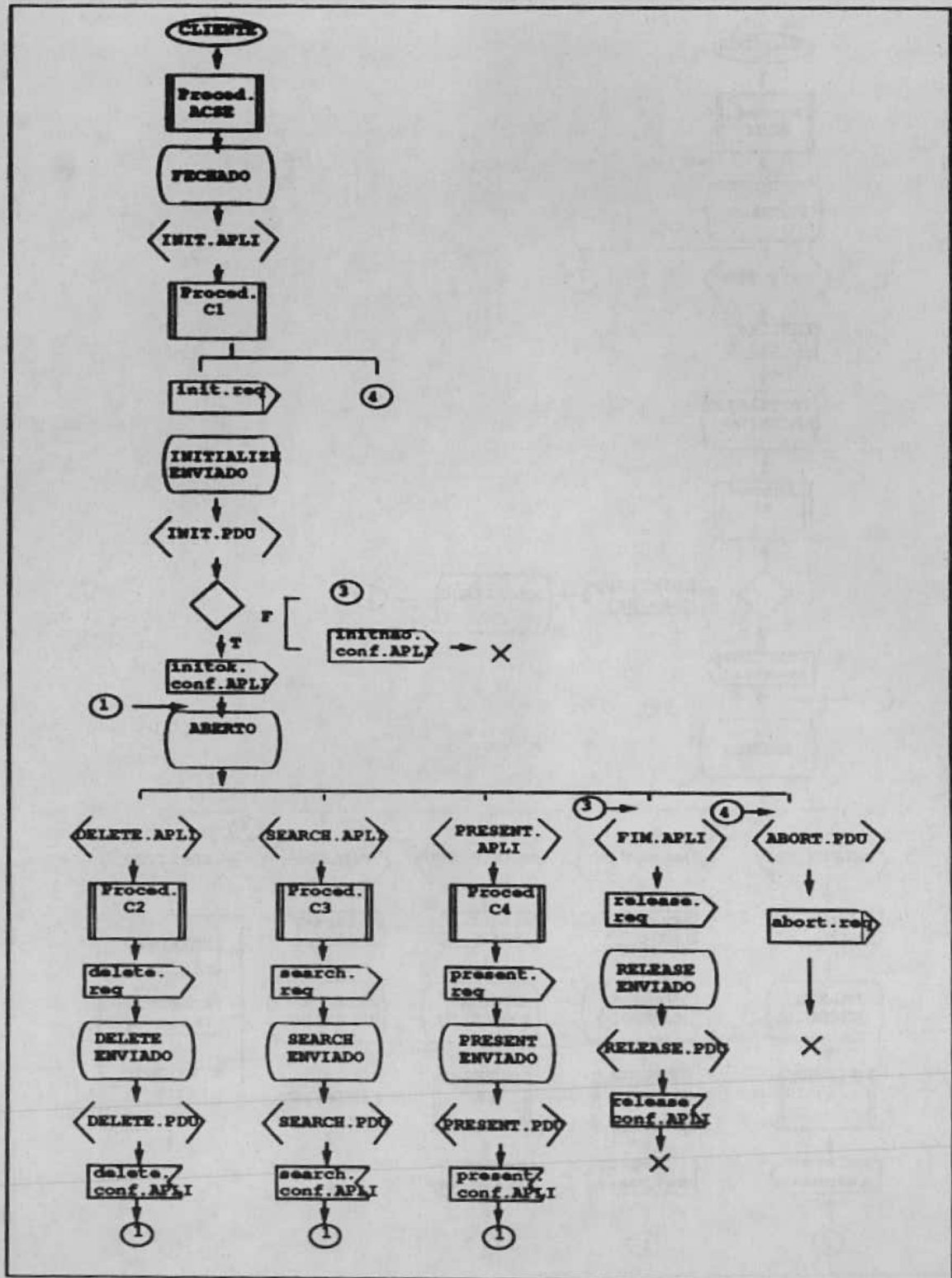


Figura 3: Processo cliente

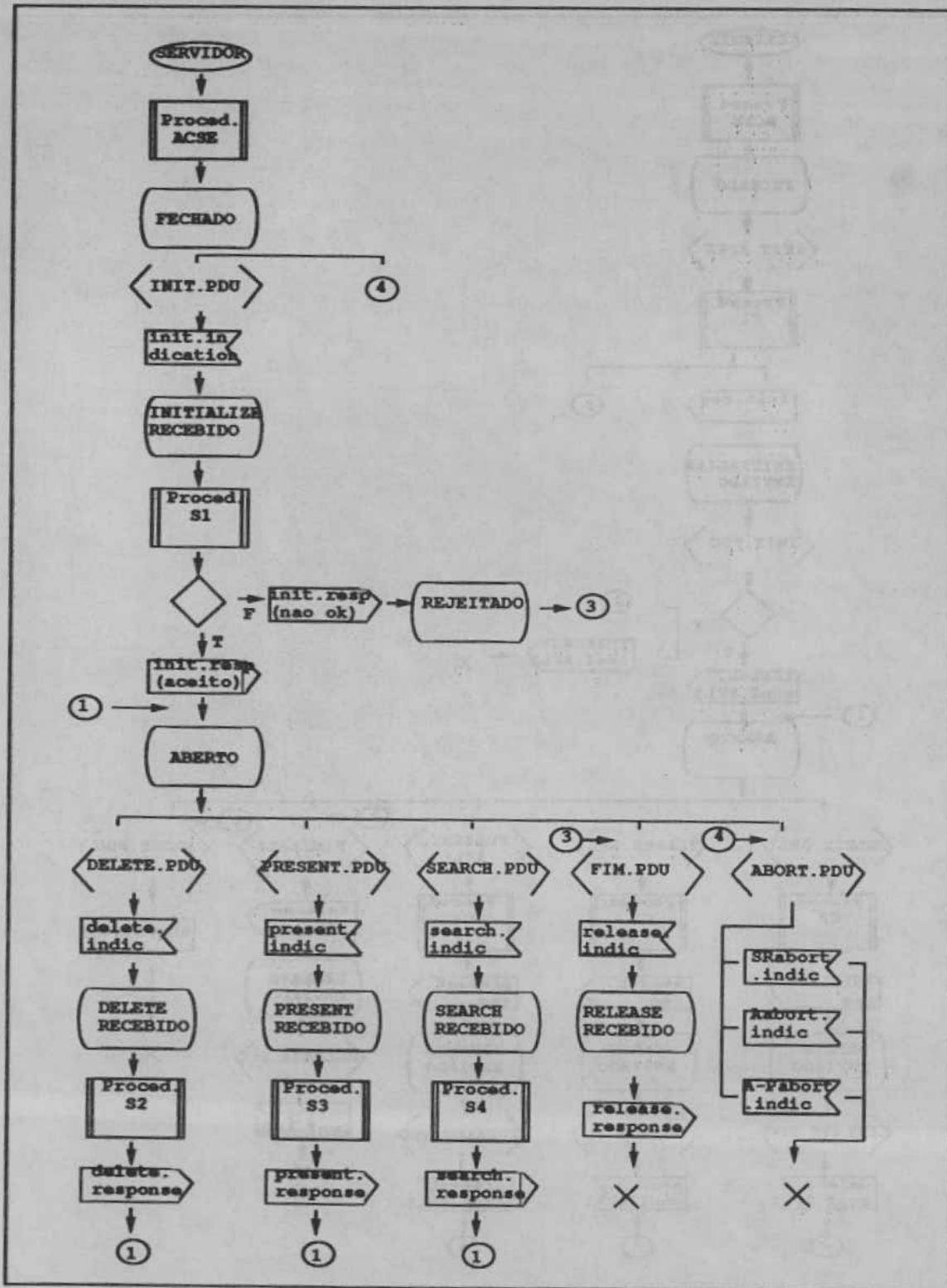


Figura 4: Processo servidor

4.1 O ambiente de implementação

Para a implementação do protótipo foram usados ambientes e ferramentas que satisfazem as especificações técnicas relativas a cada conceito aplicado, como também a disponibilidade para uso, descritas nas seções seguintes. A rede de estações SUN, em operação na UFRGS, foi utilizada na implementação do protótipo. Leandro Bertholdo participou da implementação como programador.

4.1.1 Módulo de interface com o usuário

No módulo de interface com o usuário, foi utilizada a ferramenta XVIEW, o Yacc e LEX [AHO 86]. A partir de um comando LINCE, será obtida uma "pergunta", em notação polonesa reversa, constante do serviço Search do protocolo ISO 10163.

O módulo de interface com o usuário, vide figura 5, resolve comandos lineares LINCE simplesmente.

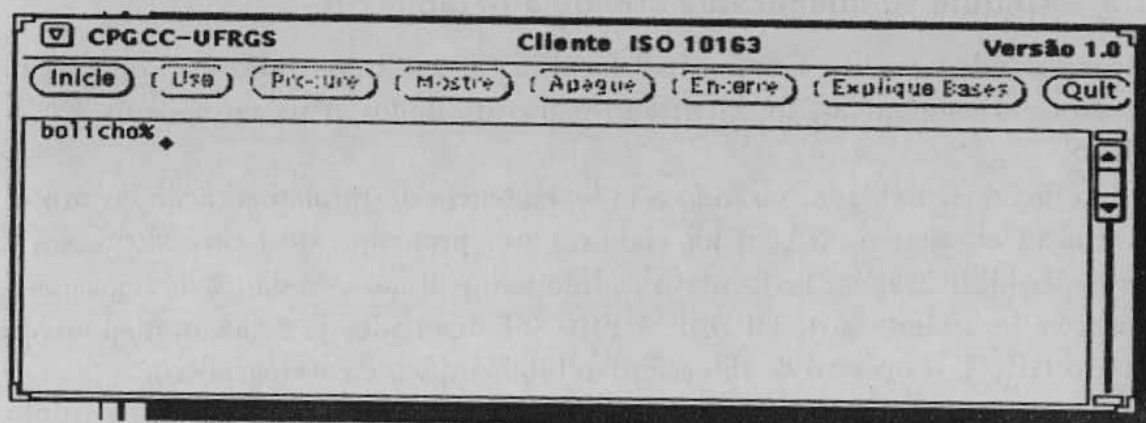


Figura 5: Interface Cliente

4.1.2 Máquinas de estados cliente e servidora ISO 10163

As máquinas de estados do cliente e servidor foram programadas na linguagem "C" com o uso de APIs (interfaces do programa de aplicação) do ambiente ISODE [ROS 91].

O protocolo ISO 10162/10163 situa-se na camada de aplicação da pilha OSI. Para o desenvolvimento de uma aplicação com base nestas normas, é necessário dispor de funções na camadas OSI inferiores. A rede disponível na UFRGS opera com estações SUN, nelas está disponível a arquitetura TCP/IP ("Transmission Control Protocol/Internet Protocol"). O ISODE ("ISO Development Environment") foi o ambiente escolhido para desenvolvimento do protótipo, justamente por ser um ambiente para o desenvolvimento de aplicações distribuídas sobre uma rede que pode utilizar protocolos TCP/IP e, nos níveis superiores, implementar as camadas OSI de transporte, sessão e apresentação.

Ele foi projetado e implementado pelo Northrop Research and Tecnology Center como uma ferramenta de pesquisa que promovesse o uso de protocolos ISO para interconexão de sistemas abertos.

O ISODE foi implementado em "C" e opera originalmente com o sistema operacional UNIX. Para administrar os níveis superiores OSI sobre uma rede TCP/IP, ele atua de acordo com o RFC 1006 [ROS 87], proporcionando, assim, serviços do protocolo de transporte classe 0.

Ele oferece também uma ferramenta para gerar rotinas de codificação e decodificação de ASN.1 ("Abstract Syntax Notation One") para BER ("Basic Encoding Rules").

No nível de aplicação, estão disponíveis os elementos de serviços de controle de associação (ACSE) e de operações remotas (ROSE).

O ambiente também dispõe de FTAM, de Terminal Virtual, de um gateway FTAM/FTP e do serviço de diretório com base na recomendação CCITT X.500, o QUIPU [ROS 91].

Uma descrição completa do ISODE pode ser encontrada em [ROS 91] e [WEI 92].

4.1.3 Módulo simulador que atende a pedidos SR

A proximidade com um sistema real foi considerada importante na construção do protótipo. Deste modo, foi analisado o uso de dados reais do sistema SABi da UFRGS.

A solução encontrada, visando a independência da implementação do protótipo em relação ao sistema SABi, foi elaborar um protótipo de banco de dados com referências bibliográficas no formato padrão, alimentado com dados de registros reais do acervo da biblioteca do CPD da UFRGS. Estes dados já estavam disponíveis no formato IBICT (Formato de intercâmbio bibliográfico e catalográfico).

O sistema de gerência de banco de dados escolhido para utilização junto ao protótipo foi o Ingres (Interactive Graphics and Retrieval System) - versão universitária- desenvolvido pela Universidade da Califórnia, por estar disponível como software de domínio público e por atender às necessidades de gerência e manipulação de dados.

Para manipular os dados no Ingres, foi utilizada a linguagem QUEL ("Query Language").

Este módulo simulador converte a pergunta ISO 10163 em notação polonesa reversa em uma estrutura de comando QUEL.

4.2 Especificações para implementação

4.2.1 Módulo de interface com o usuário

Os comandos selecionados para implementação, por estarem diretamente associados ao objetivo principal de implementar o protocolo ISO 10163, foram: Inicie, Procure, Mostre, Apague, Use base de dados e Encerre.

As facilidades providas pela LINCE, no manuseio de tela, foram resolvidas com o uso de uma "cmdtool" no programa que faz a interface com o usuário.

4.2.2 Máquinas de estados que cumprem o protocolo ISO 10163 cliente e servidor

ISO 10163 baseia-se no uso de um serviço de comunicação orientado à conexão. O protocolo estabelece o uso do serviço P-DATA do provedor de apresentação, definido pela norma ISO 8822, em combinação com uma associação de aplicação estabelecida pelo ACSE, definido pela norma ISO 8649. A figura 6 ilustra a localização dos processos na pilha OSI.

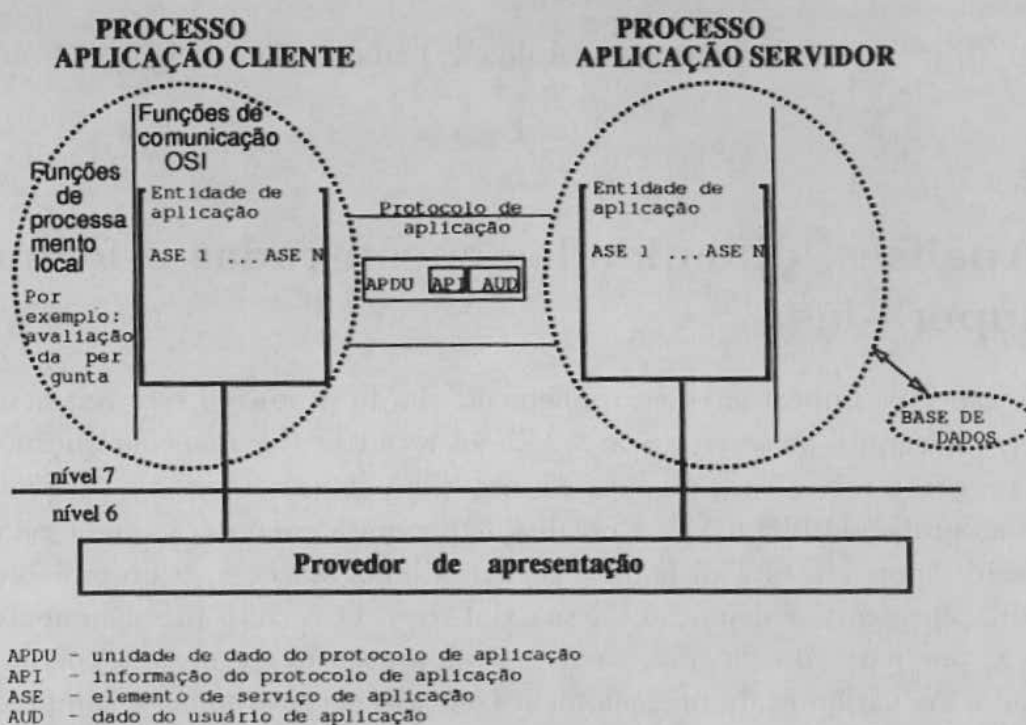


Figura 6: ISO 10163 e o Modelo de Referência

Em [ISO 90a] é especificado que o elemento de serviço de aplicação SR pode utilizar diretamente o serviço P-DATA para transmitir APDUs de pesquisa e recuperação de informações.

A norma não menciona o serviço de operações remotas (ROS).

As facilidades oferecidas pelo ISODE de usar o ROSE (elemento de serviço de operações remotas) foram consideradas para a implementação do protótipo, pois todos os controles em nível de interrupção da conexão, ou por erro na codificação e decodificação ASN.1 para BER, ou por motivos outros, já estavam disponíveis no ambiente. Além disso, há concordância com o artigo [SCH 90] de que o serviço SR é transacional e se encaixa perfeitamente nas quatro interações do serviço de operações remotas.

4.2.3 Mapeamento LINCE - RPNQuery RPNQuery - QUEL

Receber uma pesquisa por parte do usuário no formato LINCE, transpor a mesma para uma estrutura RPNQuery do protocolo ISO 10163 e passar a estrutura para

um formato que atenda à linguagem de acesso ao banco de dados, no caso a QUEL, constitui-se na tarefa principal da implementação do protótipo.

O exemplo a seguir apresenta como se dá esta conversão:

LINCE	Procure título=((BRASIL OU FRANCA) E TECNOL.)
RPNQUERY	1.4,2.3,BRASIL,1.4,2.3,FRANCA,OR,1.4,2.3,TECNOL*,AND
QUEL	retrieve into conjunto-resultado (r.indice) where ((título="BRASIL" or título="FRANCA") and (título="TECNOL*"))

1.4 corresponde ao título e 2.3 ao operador de igualdade

5 Análises, dificuldades encontradas e forma de superá-las

Um dos aspectos importantes na implementação do protocolo está relacionado ao parâmetro Pergunta no serviço Search. Ele oferece três tipos de construção de pergunta: pergunta privativa, pergunta em notação polonesa reversa e pergunta relacionada ao protocolo ISO 8777. A escolha de pergunta em notação polonesa reversa é favorecida, pois ela está dirigida a registros bibliográficos e, o próprio protocolo ISO 10163 apresenta a definição da sua sintaxe. O correto preenchimento desta estrutura, por parte do sistema cliente, não assegura que a mesma possua algum significado. As variantes do preenchimento não são necessariamente compreendidas pelo sistema servidor.

O parâmetro Sintaxe pretendida para o registro indica o formato no qual será feito o intercâmbio de registros. No anexo da norma ISO 10163 constam treze sintaxes registradas. O padrão brasileiro IBICT [INS 87] não está incluído dentre estas sintaxes. Um processo de registro deste padrão deve ser encaminhado à ISO.

Estas e demais situações que requerem atenção específica por parte do implementador do protocolo como conjunto-resultado "default", elementos de dados não oferecidos, tipo ASN.1 "External" e tipo ASN.1 "Sequence of" estão analisadas em [SCH 92].

6 Resultados obtidos

A implementação do protótipo foi uma forma de validar o modelo de recuperação de informações remotas e verificar peculiaridades no protocolo.

Como consequência, hoje tem-se um protótipo, programado de forma modular, onde testes de comportamento do protocolo podem ser efetuados. Esta implementação servirá de base para verificação de prováveis acréscimos que ocorrerão no ISO 10163, em função de estudos da nova versão do protocolo Z39.50.

Várias situações, levando em conta o comportamento de um parâmetro em relação a outros, puderam ser testadas, o que produziu um ótimo efeito na análise destes contextos.

E como não poderia deixar de ser, foi muito significativo o ganho de experiência no protocolo e na utilização de padrões OSI.

7 Conclusões

O protocolo ISO 10163 é bastante funcional e apresenta seus serviços de uma maneira simples e direta.

Ele será tanto mais eficiente quanto mais uma implementação responder a todas as maneiras possíveis que possam e queiram significar uma estrutura em uma pergunta em notação polonesa reversa, *rpnquery*.

Acredita-se que a implementação do modelo é de muita valia. Para uma maior eficiência nas pesquisas científicas, contudo, deveria haver uma forma na qual usuário do sistema possa verificar o índice remissivo dos livros, o índice de assuntos em revistas e palavras-chaves em artigos técnicos. Hoje, é viável obter discos com grande capacidade para armazenar este tipo de informações. A entrada destes dados pode ser realizada através de equipamento "scanner". O que deve ser estudado é a forma de introduzir no protocolo ISO 10163 o suporte a estes tipos de dados e o formato para sua transferência.

A ferramenta ISODE foi muito importante na realização deste trabalho. Este ambiente possibilitou concentrar esforços na análise e experimentação do protocolo ISO 10163, devido à disponibilidade de rotinas que implementam os níveis inferiores ao de aplicação, os codificadores e decodificados de ASN.1 para BER e o ACSE.

A maior dificuldade para implementar o modelo de forma ampla, pensando-se em Brasil, não reside em problemas técnicos, mas sim em fatores econômicos, ou seja, redes de computadores operando de forma eficiente, bibliotecas equipadas com computadores etc..

No país, a situação das bibliotecas, na maioria dos casos, excluindo-se as das universidades federais e institutos de pesquisa, é precária e não há disponibilidade de recursos para a efetivação de avanços tecnológicos. Cabe, portanto, aos centros de pesquisa avançar tecnologicamente e colocar à disposição de seus pesquisadores, via rede, o acesso a bibliotecas de outras instituições de pesquisa. Para tal deve-se utilizar um protocolo padrão, como o aqui proposto. Torna-se, desse modo, possível oferecer aos usuários facilidades para pesquisar registros bibliográficos, com resultados mais significativos.

Referências

[AHO 86] AHO, Alfred et al. *Compilers Principles, Techniques and Tools*, New Jersey: Addison-Wesley, março 1986. 796p.

[INS 87] INSTITUTO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO EM CIÊNCIA E

- TECNOLOGIA. **Formato de Intercâmbio Bibliográfico e Catalográfico Formato IBICT**, 1987. 399p.
- [ISO 90] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Documentation - Search and retrieve service definition**. [S.l.]: ISO, 1990. (ISO/DIS 10162)
- [ISO 90a] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Documentation - Search and retrieve protocol specification**. [S.l.]: ISO, 1990. (ISO/DIS 10163)
- [ISO 90b] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Interconnection - Interlibrary Loan Application Service Definition**. [S.l.]: ISO, 1990. (ISO/DIS 10160)
- [ISO 90c] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Interconnection - Interlibrary Loan Application Protocol**. [S.l.]: ISO, 1990. (ISO/DIS 10161)
- [LIN 84] LINKING: today's libraries, tomorrow's technologies. Ottawa: National Library of Canada, 1984. 63p. (Canadian Network Papers, n.7) Report of the Bibliographic and Communications Network Pilot Project.
- [LIN 88] LINCE Linguagem Comum de Recuperação em Linha. Rio de Janeiro: CNPq/IBICT/CNEN/CIN, 1988. 51p. (Versão preliminar).
- [LYN 90] LYNCH, Clifford A. Information Retrieval as a Network Application. **Library Hi Tech**, v.4, n.32, p.57-72, 1990.
- [NAT 86] NATIONAL INFORMATION STANDARDS ORGANIZATION. **Common Comand Language for Online Interactive Information Retrieval**. [S.l.]: 1986. (Draft Z39.58-1)
- [ROS 87] ROSE, Marshall T. **ISO Transport Service on top of the TCP**. [S.l.]: Northrop Research and Technology Center 1987. (RFC 1006)
- [ROS 91] ROSE, Marshall T.; ONIONS, Julian; ROBBINS, Collins. **The OSI Develpoment Environment: User's Manual Volume 1-4**. Jul. 1991.
- [SCH 90] SCHOFFSTALL, Martin L. A Critique of Z39.50 Based On Implementation Experience. **Computer Communications Review**, v.20, n.2, p.22-29, abril 1990.
- [SCH 92] SCHWAN, Renata H. **Modelo para interoperação de sistemas de informação**. Porto Alegre: CPGCC UFRGS, 1992. 140p. (Dissertação de mestrado).
- [TAN 89] TANENBAUM, Andrew S. **Computer Networks**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1989. 658p.

- [UNI 91] UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **ProTeM-CC-S Projeto KNOWBOT**. Porto Alegre: UFRGS, 1991.
- [WEI 92] WEISSHEIMER, Cleber. **Um estudo do ISODE e instalação de um serviço de diretório**. Porto Alegre: CPGCC UFRGS, 1992. 75p. (trabalho individual n.279)
- [TRI 92] TRINDADE, Rodrigo S.. **Um estudo da linguagem SDL para especificação e teste de protocolos**. Porto Alegre: CPGCC UFRGS, 1992. 87p. (trabalho individual n.258)
- [KIL 92] KILLE, Steve Hardcastle. **The ISODE Consortium** 10 jun.1992. Nota informal.(file://isode.com/ic-general.txt)